

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. L. Demling

Die circadiane Rhythmik des Menschen
unter dem Einfluß
schwacher elektro-magnetischer Felder
am Beispiel des Blutzuckers

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Hanskurt Theiler
aus Kassel

Aus der Medizinischen Klinik mit Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. L. Demling

Die circadiane Rhythmik des Menschen
unter dem Einfluß
schwacher elektro-magnetischer Felder
am Beispiel des Blutzuckers

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
dem Fachbereich Medizin
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen - Nürnberg

vorgelegt von
Hanskurt Theiler
aus Kassel

Gedruckt mit Erlaubnis des Fachbereichs Medizin der
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. E. Rügheimer

Referent: Professor Dr. L. Demling

Tag der mündlichen Prüfung: 26.1.1976

Herrn Dr. med. Kurt Grasser, dem Lehrbeauftragten für Luft- und Raumfahrtmedizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, möchte ich für die jederzeit freundliche Beratung und großzügige Hilfe danken.

Der Medizinischen Klinik der Universität Erlangen-Nürnberg - insbesondere dem Medizinischen Zentral-Labor unter Dr. Dittmeyer - danke ich für das Überlassen von Versuchsmaterial.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Lebenslauf

Am 24.6.1946 wurde ich als Sohn der Eheleute Kurt und Gudrun Theiler, geb. Dieckmann, in Kassel geboren.

Nach der Volksschule (6Klassen) in Kassel besuchte ich zunächst die Realschule in Oberstdorf/Allgäu. Nach 2 Jahren wechselte ich wegen Übersiedelung der Eltern ans Hindenburg-Gymnasium in Oldenburg/Oldenbg.. Die beiden Abschlusssklassen besuchte ich schließlich in Freiburg im Breisgau, wo ich auch im Mai 1968 mein Abitur ablegte.

Von Juli 1968 bis Juni 1969 kam ich meiner Wehrpflicht nach.

Im Sommersemester 1970 begann ich mein medizinisches Studium an der Universität Erlangen-Nürnberg, legte im Sommersemester 1972 meine ärztliche Vorprüfung und nach dem Sommersemester 1975 das Staatsexamen ab.

Die circadiane Rhythmik des Menschen unter dem Einfluß schwacher elektromagnetischer Felder am Beispiel des Blutzuckers.

1. Einleitung

In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts hat der interkontinentale Flugverkehr durch die Inbetriebnahme schnellerer und übergroßer Düsenverkehrsmaschinen ein Ausmaß erreicht, das in Bezug auf das gesamte Verkehrsaufkommen eine immer größer werdende Rolle spielen wird.

Lagen die Passagierzahlen 1955 noch bei 51.721 Millionen, so waren es 1968 bereits 320.000 Millionen und 1972 sogar 361.000 Millionen.

In gleicher Weise nahmen auch die Flugkilometer von 1.673 Milliarden auf 7.220 Milliarden zu und stieg insbesondere die Zahl der interkontinentalen Flüge sprunghaft an.

	1955	1960	1972
Flugkilometer Milliarden	1.705	6.000	7.220
Passagierzahl Millionen	51.721	263.000	361.000
mittl. Flugkilometer	1042	1310	1440
Durchschnittsgeschwindigkeit im Flugesung	50.6	54.6	63.3
Platzangebot (Durchschnitt)	48.3	102.1	126.2

Angaben der IATA vom Juli 1974

Aber nicht nur die Flugkilometerleistung stieg ständig an; insbesondere die Umstellung von Propeller- auf Düsenflugzeuge war es, die mit wesentlich höherer Geschwindigkeit eine größere Belastung der circadianen Periodik mit sich brachte.

2. Literaturbesprechung

Die angesprochenen interkontinentalen-transmeridianen-Flüge, die einen Zeitsprung von bis zu 12 Stunden einhalten, ergeben nun Komplikationen in Bezug auf die Leistungsfähigkeiten, sowohl der verantwortlichen Piloten, als auch des mitfliegenden Personals an Bord und der Passagiere.

Es wurde eine Verminderung der gewohnten Leistungsbreite beobachtet und zwar in Form von Abgeschlagenheit, Müdigkeit, Konzentrationsschwäche und Übelkeit.

Man versuchte die Gründe für diese Erscheinungsbilder aufzudecken und untersuchte in diesem Zusammenhang bereits einige Parameter wie die Beziehung zwischen Ost-West Flug zu West-Ost Flug (2.2.), elektromagnetische Felder (2.4.), den Einfluß verschiedener Wetterlagen (2.5.) und die Tagesschwankungen in der Leistungsfähigkeit (2.6.).

Für uns aber war es wichtig, die endokrine Periodik unter dem Aspekt des frühzeitigen Auftretens von Diabetes beim fliegenden Personal zu untersuchen.

2.1. Der endogene Ursprung der circadianen Periodik mit Desynchronisation

Es zeigte sich, daß ein auftretender Leistungsabfall - Desynchronisation der inneren Zeituhr -, der sich nach einem langen transmeridianen Flug bemerkbar macht, trotz langer Versuche medikamentös nicht auf Dauer zu beeinflussen war - sondern nur auf die gültige und bewiesene Tagesrhythmik zurückzuführen ist.

"Die circadiane Rhythmik ist endogenen Ursprungs und wird durch die periodisch veränderlichen Faktoren unserer Umwelt lediglich auf die genaue Periode der Erdumdrehung synchronisiert." (R. Wever) Dies bedeutet, daß alle physiologischen wie psychologischen Funktionen des menschlichen Organismus - so also auch das endokrine System - an einem Punkt der Erde als periodische Schwingungen mit einer Frequenz von etwa 24,0 Stunden aufgezeichnet werden können.

So wird beim Überfliegen mehrerer Zeitzonen in Ost-West beziehungsweise in West-Ost-Richtung der rhythmische Ablauf der "Inneren Uhr" wesentlich desynchronisiert und muß sich deshalb am Bestimmungsort an die Periode der lokalen Rhythmik resynchronisieren - das heißt, sich adaptieren.

2.2. Versuche von Bodanowitz

Bodanowitz von der Deutschen Forschungs- und Versuchsanstalt für Luft- und Raumfahrt/Institut für Flugmedizin stellte 1972 hierzu fest, daß die Desynchronisation zur neuen Ortszeit nach transmeridianen Flügen in West-Ost beziehungsweise in Ost-West Richtung eindeutig nachzuweisen waren.

Bei seinen Versuchen fiel besonders auf, daß die Veränderungen der "biologischen Uhr" nach Ost-West Flügen wesentlich ausgeprägter und länger anhaltend waren.

Die Anpassung der inneren Rhythmik an den Ost-West Flug betrug 3 Tage, nach dem West-Ost Flug wurden nur 5 Tage benötigt.

2.3. Resynchronisationsstörungen

Sprechen wir von Anpassungsschwierigkeiten, so können wir eine subjektive wie objektive unterscheiden. Die subjektiven Anpassungsschwierigkeiten drücken sich in Form von Kopfschmerzen, Schwindel, allgemeines Unwohlsein und Abgeschlagenheit. Die objektive Anpassung bezieht sich auf Größen, die direkt gemessen werden können - Temperatur, Stoffwechselgrößen, Zellteilungs-raten, Atmung, Blutdruck, Blutzucker, aber auch auf Empfindlichkeiten gegenüber äußeren Reizen; wie Gifte und Röntgenstrahlen.

Die Angliederung des menschlichen Organismus an anderorts bestehende Tagesrhythmik ist individuell verschieden, doch kann man im Mittel voraussetzen, daß der menschliche Organismus pro Tag und Nacht eine Zeitverschiebung von bis zu 2 Stunden kompensieren kann. Das bedeutet, daß die circadiane Rhythmik eines Passagiers bei einem Flug von Berlin nach Los Angeles mit 9 Stunden Zeitdifferenz mindestens 108 Stunden braucht, um wieder 100 Prozent leistungsfähig zu sein. In dieser Zeit können Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen, Stoffwechselstörungen, allgemeines Unwohlsein, Magenverstimmung, Schweißausbrüche und Konzentrationsschwäche auftreten, die mit Medikamenten nicht auf Dauer zu beherrschen sind.

Man wußte zwar schon lange um einen Zusammenhang zwischen dem Unwohlsein und dem Zeitsprung, doch konnte man lange nur Vermutungen äußern. So nannte man den Zeitraum während und nach der Angleichung an den bestehenden Ortsrhythmus Resynchronisation.

2.4. Grundlagenversuche von Wever mit elektromagnetischen Feldern

Nachdem medikamentöse Beeinflussung keinen befriedigenden Einfluß nehmen konnte, hat man Versuche mit elektromagnetischen Feldern durchgeführt. Und wieder war es Wever, der noch einen weiteren Sachverhalt fand, der für uns später von großem Interesse sein sollte.

In seinen Versuchsreihen verwendete er unter anderem rein zufällig elektrische und elektromagnetische Felder als Parameter.

Er wollte untersuchen, ob man mit ihnen auch einen synchronisierenden Einfluß auf den Organismus - wie zum Beispiel mit Licht - ausüben kann. Die synchronisierende Wirkung konnte nicht direkt nachgewiesen werden, doch fand man einen äußerst interessanten Nebebefund.

Er konnte nämlich zeigen, daß in Anwesenheit dieser Felder Desynchronisation nie auftritt und bereits bestehende Desynchronisation verschwindet. Hier ließ sich zum ersten Male zeigen, daß elektrische Gleichfelder eine ganz entscheidende Wirkung auf die "Autonome circadiane Periodik" des Menschen besitzen.

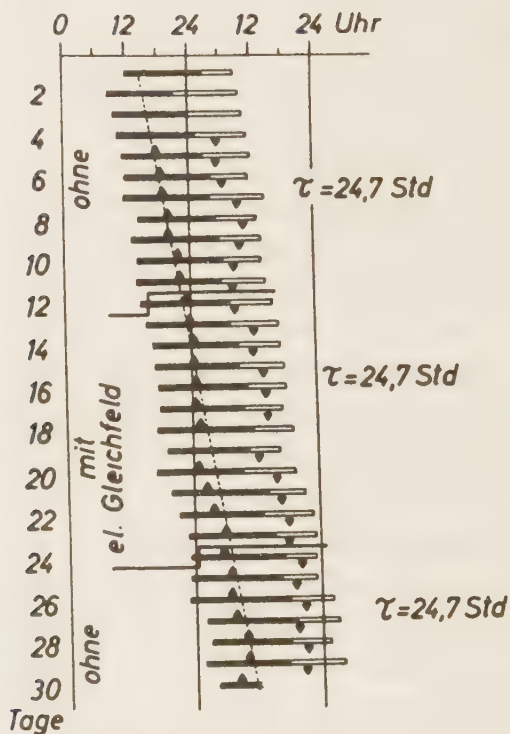


Abb. 1: Autonome circadiane Periodik einer Versuchsperson unter konstanten Bedingungen. Dargestellt sind Aktivitätsperiodik (Balken; schwarz: Aktivität; weiß: Ruhe) und Rektaltemperaturperiodik (Dreiecke; zeitliche Lage der Maxima und Minima). Die Ordinate bezeichnet die Folge der subjektiven Tage, die Abszisse die Ortszeit.

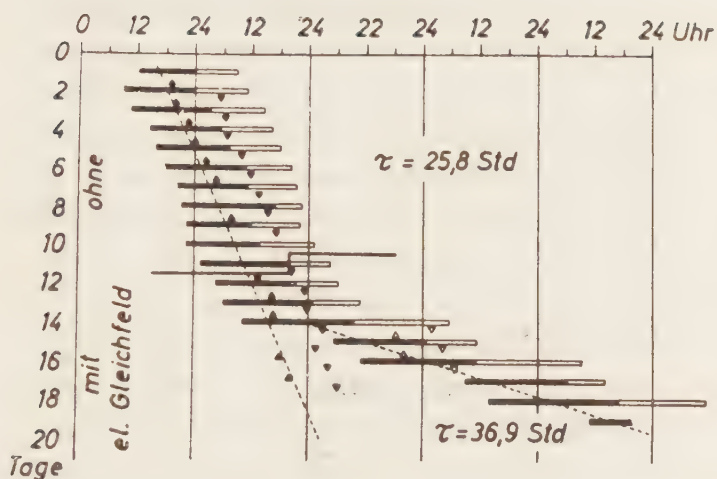


Abb. 2: Hier tritt in Verbindung mit dem elektrischen Gleichfeld eine Desynchronisation auf, die im Verhältnis zur autonomen Periodik objektiv verlängert wird.

2.5. Versuche von König, Ankermüller und Schumann

Die Wirkung der elektrischen Felder auf den Menschen, wie sie im physiologischen Milieu der Atmosphäre vorkommen, war schon lange bekannt und zwar äußerte sich der Einfluß meistens bei wechselnden Wetterlagen. Dabei beobachteten König und Ankermüller, daß die Atmosphäre in einem Frequenzbereich mit verschiedenen Arten von Signalen auftritt.

Die Signale bezeichneten sie als Signaltyp I bis V. Die Signale vom Typ I haben eine Frequenz von etwa 9 Hz und sinusförmig-oszillatorischen Charakter. Sie zeigen einen ausgeprägten Tagesgang mit einem Maximum am Nachmittag und einem Minimum (1/10 des Tageswertes) in der Nacht.

Die Frequenz der Signale vom Typ II, deren Kurvenform unregelmäßig und stark überschwellenhaltig ist, liegt zwischen 2 Hz und 6 Hz. Sie haben keinen ausgesprochenen Tagesgang, zeigen aber eine gewisse Wettergebundenheit. Bei ihren Beobachtungen kommen die Verfasser zu dem Ergebnis, daß vermutlich Signale vom Typ II die Leistungsfähigkeit des Menschen beeinträchtigen, wohingegen Signale vom Typ I eine Steigerung bewirken.

In allen Versuchsreihen wurde mit einem schwachen künstlichen 10 Hz-Feld gearbeitet. Die Wahl dieser Frequenz beruht auf der Tatsache, daß sie in der Natur vielfach nachgewiesen werden konnte. (Naturkonstante).

Sie kommt in unserer Umwelt vor als mechanische Vibration der festen Erdrinde und als elektromagnetische Atmosphärenstrahlung, im menschlichen Körper als besonders stabile Komponente im EEG und als Vibration der gesamten Körperoberfläche. Schumann war der Erste, der diese Felder systematisch einteilte und ihre subjektive Wirkung auf den Menschen beschrieb. Für uns sind in diesem Falle nur die Signale vom Typ I von Bedeutung, die in Form eines 10 Hz Wechselfeldes (Naturkonstante) mit unterschiedlicher Stärke und zwar in Abhängigkeit vom Tagesgang gemessen wurden.

2.6. Die Leistungsfähigkeit des Menschen (Graf)

Daß die Leistungsfähigkeit des Menschen vom Signaltyp I abhängt war bekannt (Schumann), daß sie jedoch festorientierten Tagesschwankungen unterlegen ist, konnte erst von Graf bewiesen werden.

Die von ihm gefundene Kurve über den Tagesgang der Leistungsfähigkeit des Menschen zeigen ein spitzes Maximum bei 7 und 9 Uhr beziehungsweise ein breites Maximum zwischen 18 und 21 Uhr. Ein Minimum ihrer Stärke liegt zwischen 2 und 5 Uhr. Im Bezug auf den Mittelwert ergeben sich charakteristische Leistungssteigerungen und Leistungsverminderungen.

Die Leistungssteigerungen bis plus 30% (7-9 Uhr), erreichen den Mittelwert (14 Uhr) und fallen schließlich über eine letzte Steigerung von plus 10% (19-20 Uhr) auf das Leistungstief mit minus 50% (3 Uhr) ab.

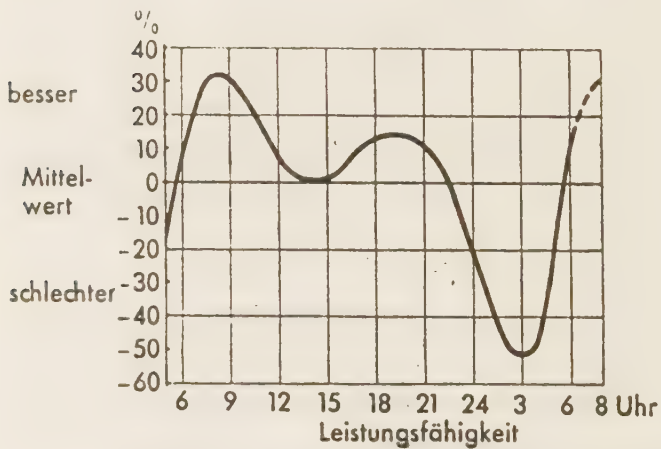


Abb. 3: Die Periodik der Leistungsfähigkeit (Graf)

3. Versuche aus der Flugmedizinischen Abteilung der Universität Erlangen-Nürnberg

Im Zuge der beschriebenen Entwicklung befaßte sich nun unsere flugmedizinische Abteilung erstmalig mit der unterschiedlichen Wirkung der beiden vorkommenden Feldstärken dieses 10 Hz Feldes, des sogenannten Signaltyps I.

Es bestand nämlich die Vermutung, daß das Maximum mit 10 V/m nicht zufällig dort in der Tageskurve auftritt, in der die Graf'sche Aktivitätskurve ein zweites Hoch zeigt und daß das Minimum bei 5 V/m nicht zufällig bei einer Phase auftritt, in der ein absolutes Tief angegeben wird.

Es bestand konsequent die Aufgabe zu untersuchen, ob und wie weit das 10 Hz Feld mit 5 V/m allgemein fördernd auf den Menschen wirkt und das stärkere Feld mit 10 V/m in eine mehr parasymphathische Verfassung versetzt.

3.1. Reaktionszeitversuche von Ilse

1970 begannen in unserer flugmedizinischen Abteilung Versuche, die das Ziel hatten, die Wirkung dieser Felder des Signaltyps I auf die Reaktionszeit des Menschen zu zeigen.

Am Ende seiner Versuche konnte Ilse die Vermutung beweisen, daß das Feld mit einer Stärke von 5 V/m die Reaktionszeit signifikant verkürzt und entsprechend dasselbe 10 Hz Feld mit einer Feldstärke von 10 V/m die Reaktionszeit verlängert.

Auch vom technischen Aspekt betrachtet sind die Felder ein besonders günstiges Mittel, da man der zu beeinflussenden Person weder Medikamente noch Spritzen geben muß, -sie gegebenenfalls sogar über das in sie herum herrschende Feld im Unklaren lassen kann.

4. Eigene Versuche

4.1. Zielsetzung

Seit einiger Zeit beobachten wir gespannt die uns zugestellten Listen über die frühzeitige Ablösung von fliegendem Personal und zwar nicht wie zu erwarten aus Gründen der Herzproblematik (Herzinfarkt), sondern wegen des frühzeitigen Auftretens von Diabetes.

Dabei scheint es, daß der Diabetes in der entsprechenden Altersgruppe häufiger auftritt als bei der Durchschnittsbevölkerung. - Eine entsprechende Wertung wird zur Zeit untersucht. - Ist dies vielleicht Ursache der veränderten Arbeitsbedingungen des endokrinen Systems, das aufgrund der häufigen Desynchronisation der "Inneren Uhr" übermäßig aus dem Rhythmus geworfen wird und deshalb frühzeitiger mit Insuffizienz antwortet?

Kann man vielleicht sogar diese Überbelastung des endokrinen Systems mit Hilfe der elektrischen Felder beeinflussen?

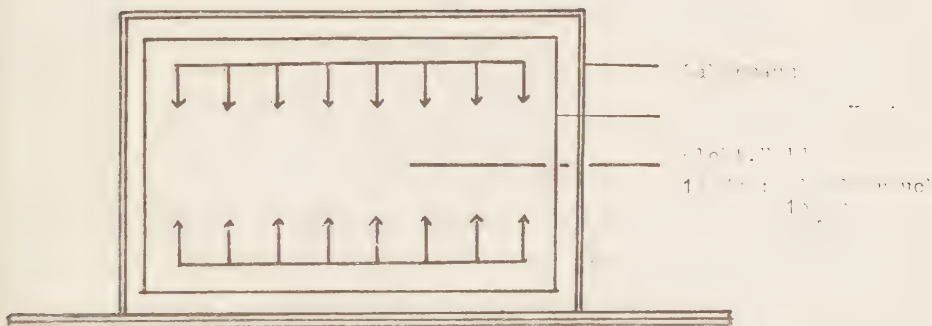
In der Folge dieser Überlegungen ergibt sich nun die Frage, inwieweit auch das "Innersekretorische System" des Menschen mit dem Blutzucker und anderen meßbaren Größen von den schwachen elektromagnetischen Feldern mit 10 Hz bei 5 V/m beziehungsweise 10 V/m zu beeinflussen sind.

Da wir zu diesem Zeitpunkt noch keine aufbau-
fähigen Grundlagenversuche zur Verfügung hatten,
war es uns wichtig, keine abschließenden Versuchs-
ergebnisse aufzuweisen, sondern zuerst einmal zu
untersuchen, ob mit Hilfe der elektromagnetischen
Felder ein "Trendverhalten" zu beobachten ist.
Vielleicht ist es auch möglich, die Resynchroni-
sation von Flugpassagieren nach einem Flug über
mehrere Meridiane zu beschleunigen und somit die
erhebliche Belastung, die aus einem Transmeri-
dianflug erfolgt und auch die Anpassung an den
neuen Zeitrhythmus zu erleichtern; - oder sie
vielleicht sogar während des Fluges durchzu-
führen.

4.2. Versuchsaufbau

Zu diesem Zweck wurde in unserer Abteilung ein
Raum mit einem Faraday'schen Käfig umgeben, um
das Erdfeld und alle anderen, von außen wirkenden
Felder auszuschließen.

Daran anschließend wurde mit Hilfe eines Generators
innerhalb des Faraday'schen Käfigs die Möglichkeit
geschaffen, ein elektrisches Feld zu errichten. Die
Felder hatten eine Stärke von 10 Hz bei 5 V/m be-
ziehungsweise 10 V/m.



RC-Generator Type SRN BN 4034

FNR M 1171/42 Rohde und Schwarz

4.3. Grundlagenversuch

Da uns auf dem Gebiet des "Innersekretorischen Systems" in Verbindung mit schwachen elektromagnetischen Feldern noch keine Untersuchungsergebnisse vorlagen, mußten wir nach einem Schema vorgehen, das es uns erlaubt, später eine Standardisierung der gewonnenen Ergebnisse vorzunehmen.

4.4. Versuchsmethodik

Standardisierung der Methode

Standardisierung der Beurteilung

a) Blindversuch

b) elektr. 10 Hz Feld bei 5 V/m

c) elektr. 10 Hz Feld bei 10 V/m

d) Vergleich von a - b - c

Vergleich der Ergebnisse mit Aschoff / Graf Kurven

4.4.1. Standardisierung der Methode

Es wurden 15 subjektiv gesunde 19 - 26jährige Studenten ausgewählt (weiblich und männlich). Mit Hilfe des Glukose-Toleranz-Tests 120 Minuten (GTT 120), bei einer Belastung von 100 Gramm Dextrose konnte ein latenter beziehungsweise manifester Diabetes der Versuchspersonen ausgeschlossen werden. Untersucht wurde nach der GOD-Blutzuckermethode (Biochemica, Boehringer Mannheim GmbH Testcombination) an Eppendorff-Photometern.

Glucose-Toleranz-Test 120 Minuten 100 g Dextrose

Nr.	Zeit	mmHg				mm/100ml
		30'	60'	90'	120'	
1	0	130	157	151		
2	22	132	141	138		
3	22	126	135	129		
4	21	125	140	132	107	
5	7	130	151	145	101	
6	100	122	142	135	9	
7	27	133	144	122	111	
8	30	126	135	113	106	
9	25	130	156	132	88	
10	25	120	132	126	112	
11	20	131	140	118	107	
12	0	130	152	141	115	
13	101	147	141	140	110	
14	23	120	130	126	103	
15	20	120	132	123	106	
16	20,5	127,0	144,0	130,0	100,0	

Mittelwerte des GTT_{120'}



Enteiiweißung: URAC bzw. Perchlorsäure 1,0 ml
(0,2% N)

Blut 0,1 ml

Mischung - - - 10 Min. zentri-
fugieren

Bestimmungssatz: Wellenlänge 430 - 480 nm
(Hg 426 nm)

Glasküvette 1-2 cm Schicht-
dicke

Temperatur 20 - 25 °C

Messung gegen Leerwert

	Leerwert	Standard	Probe
bid. Wasser	0,2 ml	-----	-----
Lösung 3	-----	0,2 ml	-----
Überstand n. Enteiiweißung	-----	-----	0,2 ml
Lösung 4	1,0 ml	1,0 ml	1,0 ml

Nach 35 Min. wird Extinktion der Probe (E-Probe)
und Extinktion des Standards (E-Standard) gegen
den Leerwert gemessen.

Berechnung: Konzentration (c) der Glukose im
Blut = $c = 100 \cdot E_{\text{Probe}} : E_{\text{Standard}}$
(mg/100 ml)

Qualitäts-
kontrolle: Precinorm S Sollwert 110
Kontroll-Nr. 200 Streubereich 99,0 -
121,0

Meßeinheit: mg/100 ml

Um auf der einen Seite ein möglichst lückenloses
 Profil der Blutzucker-Insulinsekretionskurve zu bekommen
 und auf der anderen Seite den Probanden durch zu
 viele Injektionen die Fingerbeere nicht zu über-
 lasten, wurde die Person zu Beginn jedes Ver-
 suches genommen und geschahen unter jeweils gleichen Ver-
 suchsbedingungen.

Auch für die Essenszeitabgabe und Essenmenge
 mußten wir uns zur Standardisierung eine feste
 Grundlage geben. Zum einen war der Zeitpunkt für
 die Mahlzeiten interessant und zum anderen die
 Kalorienmenge der verabreichten Speisen wichtig.

13.00 Uhr Mittagessen	1200 Kalorien
20.30 Uhr Abendessen	900 Kalorien
3.30 Uhr Frühstück	450 Kalorien
	2550 Kalorien

Die Probanden, die sich schon längere Zeit kann-
 ten, waren in Gruppen zu 2-3 Personen in der Un-
 tersuchungskammer untergebracht. Maximal 3 Per-
 sonen nur deshalb, um auch unterschwellige Ag-
 gressionen, aus denen sich Schwankungen im Blut-
 zuckerprofil ergeben können, zu vermeiden.

Beginn der Versuche um jeweils 12.00 Uhr bei
 einer Raumtemperatur von 20.0 Grad Celsius.

4.4.2. Standardisierung der Beurteilung

a) Blindversuch, Blutzuckertagesprofil mg/100 ml

Person	1	2	3	4	5
Uhr					
12	88,7	88,2	80,6	88,8	88,4
13	89,0	89,3	87,7	96,2	95,1
14	97,6	106,2	99,8	105,4	107,7
15	111,4	115,0	107,8	109,1	107,6
16	112,0	107,8	111,7	112,7	107,2
17	107,1	102,2	105,4	105,0	104,4
18	99,7	99,8	101,0	105,7	101,6
19	97,2	90,3	94,3	93,4	96,0
20	95,5	99,4	93,2	92,3	92,6
21	98,9	100,3	95,2	94,3	95,8
22	101,4	102,5	98,6	97,1	103,5
23	106,0	106,8	105,1	99,2	105,3
24	110,7	110,0	105,3	107,4	107,4
1	105,0	110,7	105,5	106,7	105,9
2	105,7	103,3	106,6	103,6	104,8
3	107,0	93,2	102,7	100,7	101,2
4	102,9	99,3	102,7	105,0	109,8
5	92,4	94,8	95,3	97,8	100,3
6	90,6	91,3	97,0	98,7	93,6
7	86,7	80,9	87,1	94,9	88,4
8	95,1	90,2	84,7	92,8	85,0
9	90,0	102,0	96,2	93,7	96,0
10	90,5	103,3	98,7	99,2	104,3
11	99,3	97,7	93,1	97,1	101,0

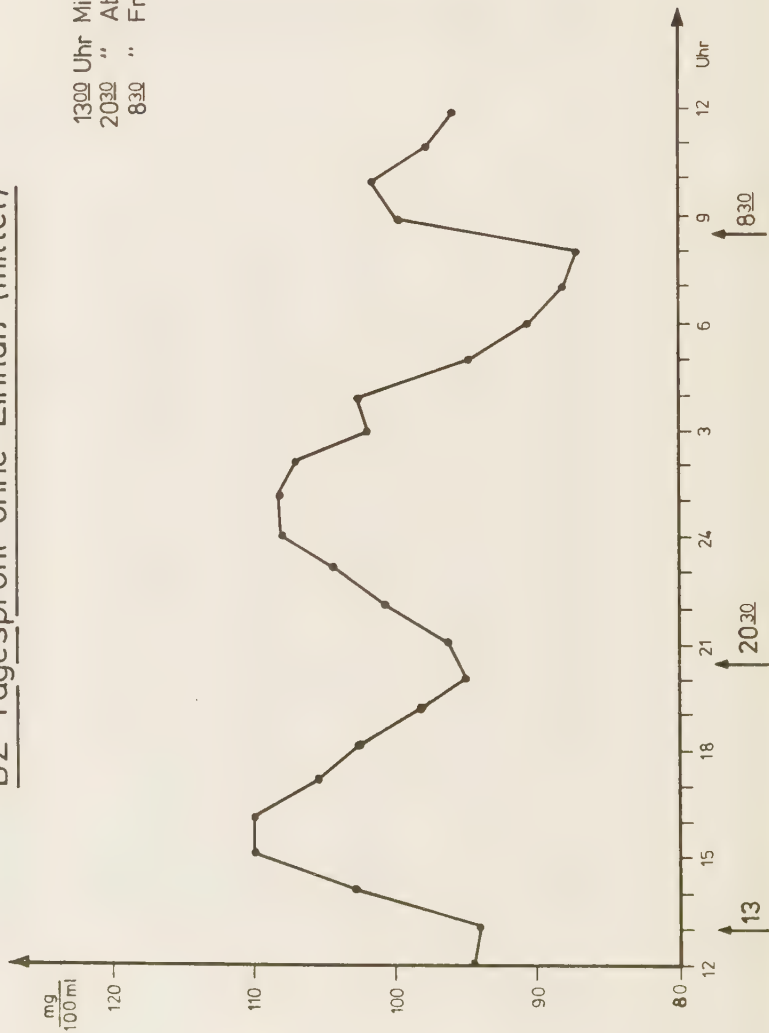
Glutazuckerbelastungsprofil (Fortsetzung)

Person	6	7	8	9	10
12	97,3	96,4	99,7	95,2	95,2
13	93,7	95,8	96,3	94,5	94,6
14	101,9	102,0	103,0	103,5	102,9
15	105,9	111,1	112,6	110,1	109,2
16	110,5	114,2	110,3	107,1	108,9
17	103,1	108,6	108,6	102,1	102,7
18	105,4	104,2	103,9	101,4	100,0
19	99,1	101,2	96,8	98,4	95,6
20	96,1	95,2	93,7	92,7	91,9
21	94,3	98,5	94,6	96,1	94,8
22	98,7	101,2	102,4	101,0	102,8
23	102,9	104,3	107,7	106,5	104,2
24	105,9	108,6	112,1	108,7	106,9
1	110,3	109,6	108,6	103,4	105,3
2	109,7	103,5	108,1	104,0	104,3
3	100,3	97,8	102,6	99,2	101,6
4	105,2	102,8	104,0	101,9	104,6
5	96,1	91,8	94,1	90,2	95,7
6	90,2	87,2	93,2	89,2	91,8
7	97,7	86,3	94,3	96,4	99,5
8	87,6	90,2	85,7	89,5	96,6
9	98,4	104,3	98,5	101,7	102,3
10	99,1	105,0	102,9	102,4	101,9
11	100,5	102,2	97,3	99,3	95,6

Blutzuckertagesprofil (Fortsetzung)

Person	11	12	13	14	15	Mittel
uhr						
12	95,8	94,9	96,4	95,5	96,1	95,2
13	92,6	93,1	95,1	94,2	94,5	93,6
14	100,4	103,0	106,1	103,5	102,8	102,8
15	107,7	110,0	113,2	114,1	112,6	110,3
16	102,5	111,2	112,0	109,8	108,2	110,2
17	104,9	105,2	105,8	106,1	102,0	105,9
18	103,2	102,9	104,7	104,0	96,9	102,3
19	93,0	99,7	98,1	100,2	93,9	97,7
20	96,7	93,7	96,2	95,4	93,9	94,8
21	98,4	95,2	97,1	98,5	96,4	96,1
22	100,9	96,9	99,8	99,2	99,4	100,4
23	105,9	102,4	105,9	105,0	103,6	104,7
24	108,6	107,3	107,5	110,1	106,9	108,2
1	108,7	106,0	109,2	110,9	107,3	108,3
2	107,6	104,9	109,4	109,7	109,8	107,2
3	100,5	98,9	103,7	97,9	102,4	101,5
4	103,1	100,2	105,6	103,6	104,8	103,7
5	91,7	94,2	93,9	92,9	96,2	94,8
6	86,0	91,4	88,5	92,0	87,9	90,4
7	85,6	87,5	85,3	92,3	90,1	87,5
8	85,8	84,5	86,0	88,2	89,6	86,8
9	95,9	97,3	100,2	99,1	103,6	99,6
10	101,3	99,8	100,7	101,2	100,4	101,4
11	98,6	100,9	96,4	97,3	95,0	98,2

BZ Tagesprofil ohne Einfluß (mittel)



by elektrisches 10 Hz Feld bei 5 v/m

Person	1	2	3	4	5
Uhr					
12	90,9	89,3	95,5	92,7	100,2
13	91,2	92,3	94,9	93,6	100,7
14	107,7	110,2	108,2	105,6	101,3
15	110,3	110,7	116,1	117,2	115,0
16	110,7	114,7	114,0	111,0	117,1
17	105,2	108,8	112,0	107,6	110,7
18	95,0	101,0	102,0	96,9	106,2
19	95,8	98,3	94,9	97,0	99,4
20	90,6	90,4	91,2	93,3	92,5
21	99,2	92,1	91,5	92,9	97,1
22	100,9	100,2	108,1	104,3	111,7
23	109,4	110,5	109,2	113,5	112,5
24	111,2	110,5	110,4	110,9	108,9
1	110,1	107,3	111,6	109,5	105,9
2	106,7	103,9	107,6	105,8	100,8
3	106,4	104,2	110,1	104,8	106,5
4	107,1	102,9	106,5	100,6	102,0
5	91,3	97,7	100,2	89,5	91,0
6	89,1	97,3	95,1	83,0	90,5
7	84,1	87,2	96,8	82,3	83,0
8	85,3	86,4	85,1	81,9	84,8
9	99,7	89,9	100,9	96,5	99,7
10	100,4	98,5	103,0	99,3	103,9
11	99,7	99,7	100,7	99,7	100,6
12	95,0	93,8	97,0	96,5	97,3

elektroches 10 Hz Feld bei 5 V/m (Fortsetzung)

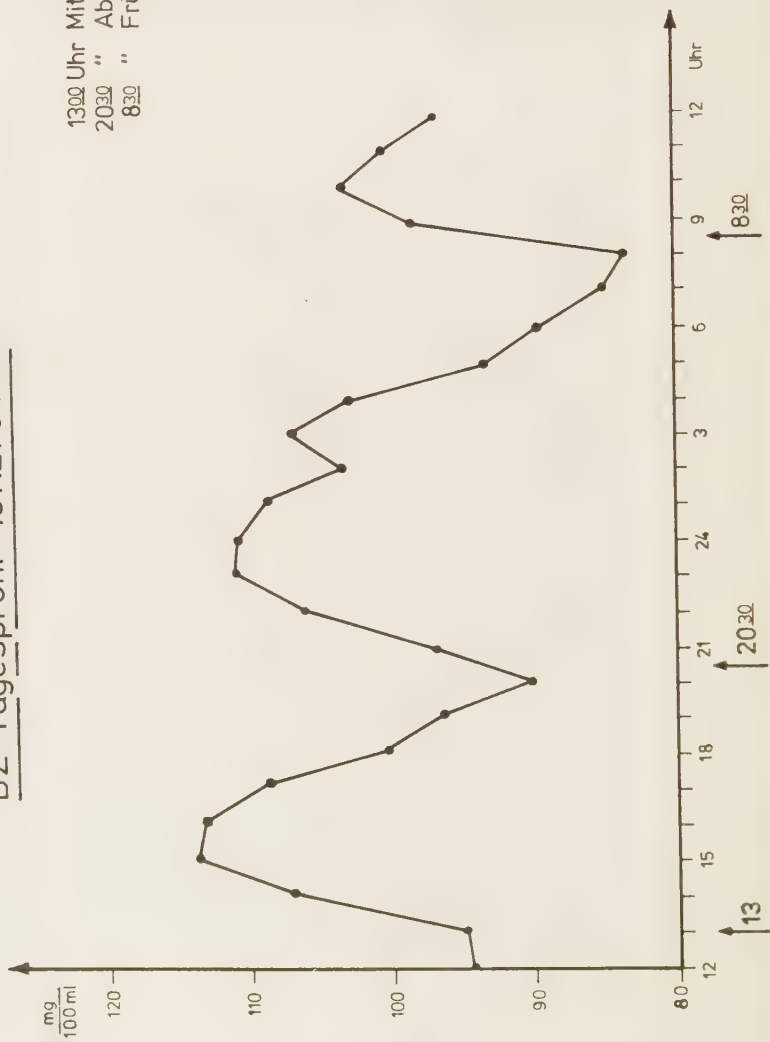
Person	6	7	8	9	10
Uhr					
12	97,1	94,8	96,2	95,7	89,8
13	98,0	94,5	97,3	96,8	90,1
14	109,1	103,0	106,8	106,5	104,7
15	115,3	106,7	107,5	112,9	110,4
16	110,6	107,8	106,8	114,0	108,2
17	108,7	107,8	111,2	110,5	105,9
18	105,1	97,0	100,9	103,2	96,5
19	98,1	96,9	95,9	94,9	93,4
20	92,4	91,1	87,9	89,6	88,2
21	100,2	98,3	94,5	93,9	89,8
22	108,5	106,9	105,6	105,9	95,6
23	114,0	107,2	110,4	114,1	104,7
24	106,5	110,2	103,8	113,5	112,7
1	104,2	110,3	109,2	111,7	106,1
2	100,2	103,5	102,6	106,4	102,4
3	108,2	103,6	106,1	108,7	109,5
4	107,9	99,7	105,8	103,4	105,1
5	95,3	86,7	91,8	94,5	92,9
6	89,7	90,1	87,3	89,8	91,5
7	84,8	85,2	84,9	87,2	86,7
8	86,1	83,8	84,7	87,1	82,8
9	104,5	99,0	97,6	101,2	97,9
10	104,6	102,1	100,8	101,9	102,4
11	101,0	99,8	97,0	99,5	102,3
12	97,5	96,8	94,3	95,3	100,3

elektrisches 10 mHz Feld bei 5 V/m (Fortsetzung)

Person	11	12	13	14	15	Mittel
Jahr						
12	94,0	94,3	98,6	96,2	95,7	95,4
13	95,4	94,0	98,5	96,6	98,6	96,0
14	107,0	100,1	100,5	100,3	111,3	107,8
15	112,1	110,4	116,6	116,2	110,1	113,2
16	110,7	113,5	113,4	110,6	114,2	112,2
17	111,1	111,4	110,1	105,0	100,6	107,0
18	107,0	102,4	97,6	101,2	98,9	100,4
19	100,5	95,4	97,9	97,7	92,9	96,6
20	94,8	89,7	90,8	88,9	84,1	90,3
21	105,0	103,2	98,3	98,1	99,0	97,9
22	110,0	106,4	112,1	107,2	108,2	106,7
23	112,3	103,8	114,2	100,5	112,3	110,0
24	112,1	100,2	114,3	103,8	107,9	110,8
1	110,5	100,4	105,4	107,6	105,4	108,9
2	106,1	105,1	106,0	105,8	101,9	104,2
3	103,4	106,7	112,7	107,2	104,9	107,1
4	100,7	103,2	107,4	102,2	100,1	104,1
5	91,1	94,2	96,6	93,5	95,6	93,9
6	95,2	90,2	87,3	93,1	86,2	89,6
7	93,1	84,3	80,2	84,7	79,8	85,1
8	91,2	84,2	81,0	84,6	79,0	83,0
9	93,9	102,1	99,2	100,5	96,4	98,6
10	98,7	105,0	103,5	103,2	99,9	102,1
11	98,7	103,4	102,2	97,0	102,1	100,3
12	95,1	96,4	97,5	92,9	98,4	96,4

BZ Tagesprofil 10Hz/5V/m

1300 Uhr Mittagessen
 2030 " Abendessen
 830 " Frühstück



c) elektrisches 10 Hz Feld bei 10 V/m

Person	1	2	3	4	5
Jahr					
12	91,1	92,0	97,0	94,1	91,1
13	92,1	91,6	95,3	91,0	91,7
14	93,7	93,6	96,1	95,1	95,1
15	107,5	103,0	99,7	101,6	101,1
16	107,1	103,1	105,2	107,7	104,5
17	107,1	107,3	110,9	100,0	107,5
18	107,7	107,1	107,0	107,7	107,9
19	107,2	104,1	107,7	101,0	107,2
20	95,1	96,7	100,4	99,7	100,3
21	91,0	94,3	96,7	89,0	95,1
22	90,1	96,2	102,8	90,8	96,0
23	91,0	104,2	103,7	101,4	100,3
24	94,0	90,1	102,1	107,9	102,5
1	96,1	107,0	105,0	107,0	107,0
2	102,1	106,5	107,1	106,2	107,5
3	104,1	106,3	106,3	105,2	103,3
4	104,0	107,2	105,1	102,1	107,0
5	104,0	105,6	109,0	102,7	107,1
6	101,1	107,0	99,0	100,7	107,7
7	96,7	97,0	96,1	93,1	96,2
8	93,0	92,1	91,7	94,1	92,7
9	90,0	96,9	90,1	91,1	91,7
10	97,7	92,5	90,3	91,1	91,1
11	93,5	97,3	95,2	96,3	95,1
12	102,5	101,4	96,7	101,4	99,0

elektrisches 10 Hz Feld bei 10 V/m (Fortsetzung)

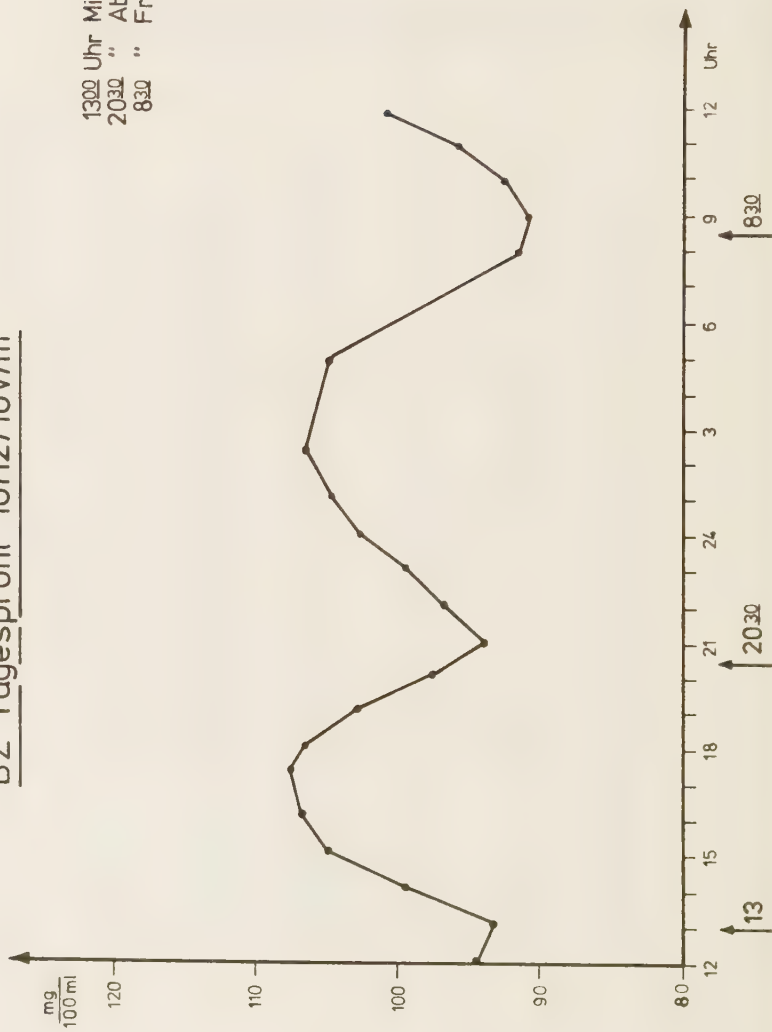
Person	6	7	8	9	10
uhr					
12	96,9	93,6	96,1	92,6	91,2
13	95,4	92,0	94,2	93,0	93,5
14	96,4	99,2	102,3	100,4	97,2
15	97,7	105,1	106,9	106,2	106,9
16	102,1	106,3	105,9	105,8	105,4
17	105,6	107,2	105,7	106,3	103,1
18	109,0	107,8	105,0	105,1	107,4
19	104,2	102,7	100,3	102,4	101,3
20	98,4	93,9	100,6	96,8	94,7
21	96,0	93,7	96,3	94,2	94,1
22	97,7	96,6	93,8	99,7	98,7
23	99,4	98,9	94,1	102,7	97,9
24	104,0	100,1	99,4	103,1	104,0
1	105,7	104,8	101,6	104,2	105,3
2	105,4	105,8	103,9	105,0	107,3
3	104,9	106,4	104,5	105,6	104,8
4	103,8	104,3	103,7	105,4	103,7
5	103,6	103,7	104,1	104,9	103,5
6	100,1	102,1	100,7	99,8	100,2
7	93,9	94,9	97,2	93,0	97,1
8	89,7	90,9	95,0	92,1	92,5
9	99,1	91,6	93,7	92,8	89,9
10	90,9	93,2	94,1	95,1	89,7
11	94,9	96,9	97,0	99,2	93,6
12	93,7	102,2	101,4	104,0	98,4

elektrisches 10 Hz feld bei 10 V/m (fortsetzung)

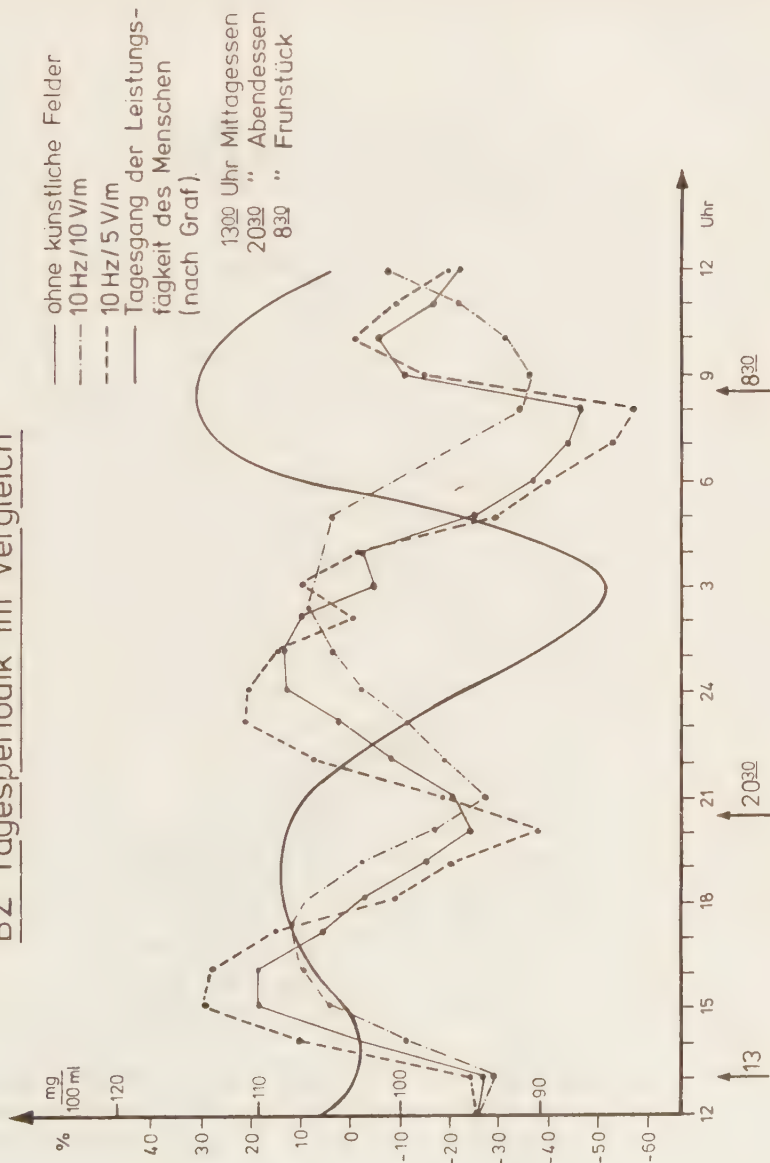
Person	11	12	13	14	15	Mittel
12	93,7	93,0	97,6	96,3	96,4	95,5
13	93,2	97,5	93,6	92,5	94,6	93,1
14	104,0	99,0	102,1	97,5	101,2	99,2
15	107,0	106,2	102,8	99,3	106,1	104,9
16	106,5	103,1	103,3	104,4	106,9	106,2
17	100,0	107,9	109,9	104,3	105,9	107,8
18	103,8	106,2	103,3	105,3	104,9	105,9
19	101,8	103,5	104,6	101,1	102,6	102,7
20	98,9	95,2	99,8	96,1	97,5	97,6
21	92,8	95,0	97,1	93,3	94,4	93,9
22	98,4	96,8	100,3	98,1	94,8	97,5
23	99,7	100,7	102,0	99,4	96,2	99,6
24	107,6	104,2	105,1	102,3	101,8	102,5
1	103,9	105,8	105,2	104,7	103,2	104,5
2	105,7	108,1	103,6	106,5	103,8	106,0
3	106,2	106,7	107,1	107,6	104,1	105,8
4	106,2	105,6	106,5	106,2	103,9	105,0
5	106,0	104,8	105,4	106,0	103,8	104,9
6	102,0	99,0	101,0	102,2	100,3	101,1
7	96,5	94,4	95,8	94,9	97,0	95,6
8	94,4	91,6	89,6	90,0	92,3	91,7
9	91,7	91,7	89,9	90,7	91,0	90,0
10	92,9	93,5	91,7	91,0	94,1	92,4
11	97,6	93,2	95,9	95,7	96,7	96,4
12	107,0	101,2	100,7	99,9	100,1	100,9

BZ Tagesprofil 10Hz/10V/m

1300 Uhr Mittagessen
2030 " Abendessen
830 " Frühstück



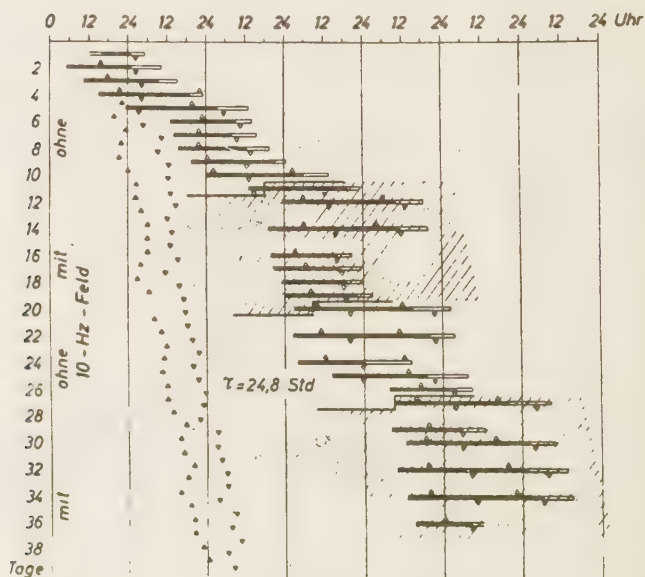
BZ Tagesperiodik im Vergleich



5. Vergleich mit anderen Arbeiten

Grundlagenversuche auf dem Gebiet der circadianen Periodik lebender Organismen gehen in erster Linie auf Forschungen des Max-Planck-Institutes für Verhaltensforschung unter J. Aschoff und R. Wever zurück.

Als wichtigster Ergebnis ihrer Untersuchungen konnten sie beweisen, daß bei Fortfall aller physikal. Umwelteinflüsse die biologische Periodik keineswegs erlischt - sondern geringfügig auf 24,8 Std. abweicht, entsprechend der scheinbaren Dauer des Mondumlaufes.



Auch in unseren Versuchen waren, soweit möglich, äußere physikalische Umwelteinflüsse ausgeschaltet und mit Hilfe des Faraday'schen Käfigs konnte ein "Feldfreier Raum" hergestellt werden.

Damit war bewiesen, daß die circadiane Periodik (lat.: circa = ungefähr; dies = Tag) nicht durch äußere Periodizitäten induziert wird - sondern endogenen Ursprungs ist.

Diese autonome Periode des Menschen wird in der Natur durch äußere Reize wie elektrische Felder, Licht, Geräusche, Temperatur und dergleichen überlagert und liegt deshalb bei 24,0 Stunden im Gegensatz zu den gefundenen 24,8 Stunden der autonomen, unbeeinflussten Periodik.

Die Tagesrhythmik besitzt charakteristische Maxima und Minima - hier dargestellt an Hand der Rektaltemperatur - doch fand sich, daß jedem einzelnen Parameter wie Atmung, Blutdruck, Rektaltemperatur eine eigene autonome Rhythmik innewohnt und daß allein der Effekt, daß sich diese Prozesse hierarchisch synchronisieren, ein vernünftiges Zusammenspiel beobachten läßt.

(Der Vergleich mit der Reizbildung im Herzen liegt hier sehr nahe: Theoretisch ist jede Zelle des Herzmuskels befähigt, sich in einem autonomen Rhythmus zu kontrahieren. Jedoch wird sie alleine durch die Arbeit der übergeordneten schnelleren Zentren mit allen anderen Herzzellen synchronisiert).

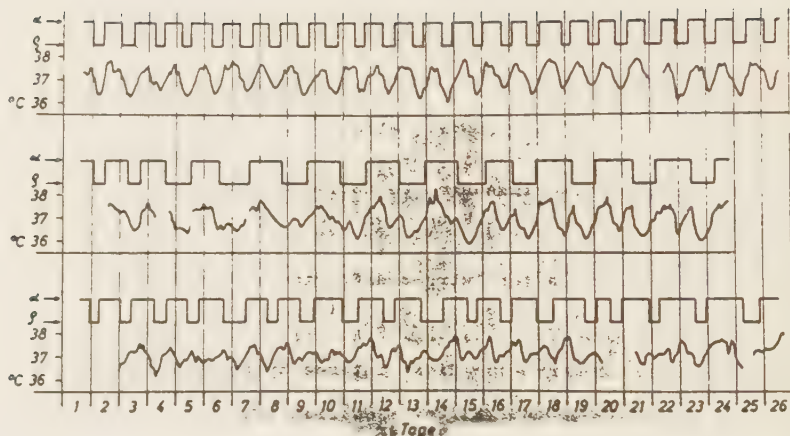


Abb. 5:

Übersicht über den zeitlichen Verlauf von 3 typischen Versuchen. In jedem der 3 Diagramme ist oben der Verlauf des Aktivitätszustandes (Auslenkung nach oben: Aktivität; nach unten: Ruhe) und unten der Verlauf der Rektaltemperatur dargestellt. Oberes Diagramm: konstante Phasenbeziehung zwischen Aktivitäts- und Rektaltemperatur-Periodik während des ganzen Versuchs (interne Synchronisation). Mittleres Diagramm: circadiane Aktivitäts- und circadiane Rektaltemperatur Periodik mit konstanter interner Phasenbeziehung. Unteres Diagramm: variable Phasenbeziehung zwischen Aktivitäts- und Rektaltemperaturperiodik (Wever 1969).

Laufen jetzt verschiedene Rhythmen mit unterschiedlich langen Phasen nebeneinander ab, so kommt es zum Zustand der Desynchronisation; und im Organismus laufen ja nicht nur die wenigen untersuchten Prozesse ab. Sie sind nur ein winziger Ausschnitt aus der Gesamtheit der in jedem Moment ablaufenden Zyklen. Weiterhin kann man aus der Tatsache der Desynchronisation schließen, daß jeder einzelne Prozess in den ihm primär eigenen Rhythmus fallen würde, wenn man ihm dies nur erlauben würde; wie in unserem Fall unter den Bedingungen des Faraday'schen Käfigs.

Das Phänomen der Desynchronisation in Verbindung mit den elektromagnetischen Feldern bietet uns eine echte Möglichkeit, den Flugstress nach transmeridianen Flügen in Abhängigkeit vom Blutzuckerspiegel zu erklären.

Es ging uns also noch nicht um die genaue Zeitdauer der biologischen Rhythmik des menschlichen Blutzuckers, sondern um die Frage, ob sich der Blutzucker, wie auch andere Parameter (z.B.: die Reaktionsgeschwindigkeit) durch elektromagnetische Felder verschiedener Stärke in den Maxima und Minima überhaupt beeinflussen läßt.

6. Ergebnisse

6. . Blutzucker-Tagesrhythmik

An Hand der gefundenen 24 Stunden Profile der Blutzuckerrhythmik, zeigt sich eindeutig der Trend zur Anlage einer charakteristischen Tageskurve mit festgelegten Maxima zwischen 16 und 17 Uhr, sowie 24 und 2 Uhr - und Minima zwischen 19 und 21 Uhr sowie 7 und 8 Uhr.

Dabei zeigt sich, daß eine enge Beziehung zu anderen bekannten circadianen Rhythmen besteht, wie zum Beispiel zu der von Graf gefundenen Leistungsperiodik des Menschen.

Anzusprechen und leicht zu verstehen ist die bekannte Abhängigkeit des menschlichen Blutzuckers von der

- A) Tageszeit - tags verhältnismäßig höher als nachts;
- B) vom Essenszeitpunkt - Erhöhung des Blutzuckers nach Essengabe;
- C) von äußeren Zeitgebern - zum Beispiel Licht, charakteristische Geräusche;
- D) inneren Zeitgebern;
- E) dem elektromagnetischen Feld zwischen Nord- und Südpol.

Dabei ist es wichtig zu wissen, daß alle diese angeschnittenen Faktoren wie Zahnräder ineinandergreifen und erst so einen reibungslosen Ablauf der zentralen 24 Stunden Blutzuckertagesrhythmik gewährleisten.

Fällt nur einer dieser Faktoren auch nur zeitweise aus, so kommt es automatisch zum gezielten desynchronisierten Verhalten all der anderen Parameter.

6.2. Die autonome Tagesperiodik

Unterwerfen wir nun die feste Tagesperiodik von 24 Stunden unserer Probanden - entsprechend unserer Versuchsanordnung, nämlich Ausschaltung des allorts bestehenden elektromagnetischen Feldes der Erde zwischen Nord- und Südpol, durch Einbringen in einen Faraday'schen Käfig - einem schwachen elektromagnetischen Wechselfeld von 10 Hz, so kann man die autonome Tagesperiodik des menschlichen Blutzuckers provozieren und somit aufzeichnen.

Aufgrund der Ausschaltung der tageszeitlichen Schwankungen des elektromagnetischen Feldes der Erde zwischen Nord- und Südpol entwickelt sich entsprechend den Ergebnissen von Aschoff und Wever eine nur dem menschlichen Blutzucker eigene autonome circadiane Periodik.

6.3. Einfluß des Spannungsfeldes von 10 Hz bei 5 V/m

Addieren wir zu der sich eingependelten autonomen Blutzucker 24 Stundenrhythmik im 10 Hz Wechselfeld zusätzlich eine Spannung von 5 V/m, so kann man feststellen, daß die Tagesrhythmik des Blutzuckers plötzlich einer Änderung ihres Verlaufs unterliegt.

Bei Erhöhung der Spannung auf Werte über der Norm finden wir den eindeutigen Trend zur Beschleunigung der Tagesperiodik auf Werte unter der 24,8 Stundenmarke. Und zwar ist die Abweichung der Periodik um so schneller eingetreten, je niedriger die angelegte Spannung anzeigte.

Weiterhin läßt sich deutlich ablesen, daß bei niedriger angelegter Spannung auch der Blutzuckeranbeziehungsweise Blutzuckerabbau nach Mahlzeiten schneller eintritt und höhere Maxima beziehungsweise niedrigere Minima - im Verhältnis zum unbeflußten Blutzucker - erreicht werden.

6.4. Einfluß des Spannungsfeldes von 10 Hz bei 10 V/m

Sinngemäß haben wir nun die Spannung unseres 10 Hz-Feldes auf 10 V/m erhöht. Auf diese Weise erreichten wir einen beinahe genau entgegengesetzten Prozess. Der Anstieg der Blutzuckerwerte nach Essengabe ist weniger beeindruckend und auch der Abfall geht langsamer einher als die im Vergleich herangezogene und im Versuch gefundene autonome circadiane Rhythmik des 24 Stunden Blutzuckerrhythmus des Menschen. Auch an den Maxima- und Minimawerten läßt sich eine Änderung im entsprechenden Sinn ablesen, denn hier zeigen sich niedrigere aber dafür länger andauernde Blutzuckerniveaus im Kurvenverlauf.

6.5. Aussichten

Die von mir durchgeführten Untersuchungen waren so angelegt, daß damit weder eine statistische Signifikanz, noch abschließende Ergebnisse gefunden werden sollten - doch zeigt sich eindeutig ein Trend zu erwarteten wie erhofften Ergebnissen - nämlich ein augenfällig positiver Einfluß des 10 Hz Wechselfeldes bei einer Spannung von 5V/m und ein "negativer" Einfluß des 10 Hz Wechselfeldes bei einer Spannung von 10 V/m.

Damit ist das Ziel der Versuche erreicht, nämlich zu untersuchen, ob überhaupt entscheidender Einfluß auf die Blutzuckertagesrhythmik des menschlichen endokrinen Systems genommen werden kann.

Die Untersuchungen ergeben auf der einen Seite eine Voraussetzung für eine statistische Abklärung mit breiterem Probandengut und zwar insbesondere in Zusammenhang mit der von Tim Krafft gefundenen Abhängigkeit der circadianen Rhythmik bei Temperatur, Blutdruck und Puls von schwachen elektromagnetischen Wechselfeldern - auf der anderen Seite kann man auf Grund des gefundenen Trend an die Entwicklung praxisbezogener Flugzeugausrüstungen gehen, die in ihrer finanziellen Belastung unerheblich sind - jedoch physiologisch wie psychologisch einen ungeheueren Effekt bieten.

Weiterhin scheint es mit Hilfe unserer Versuche mit 10 Hz Wechselfelder bei 5 V/m beziehungsweise 10 V/m möglich zu sein, daß die Voraussetzung getroffen wurde, der Crew, dem mitfliegenden Personal wie auch dem Fluggast einen gesundheitsfreundlicheren Flug - sowohl in subjektiver als auch in objektiver Weise zu bieten.

6.6. Standardisierung der Beurteilung

Durch die Standardisierung der Methodik kommt man zwangsweise auch zu einer Möglichkeit, die Ergebnisse einheitlich zu beurteilen.

Aus festgelegten Größen wie:

- ausgeschlossener Diabetes (latent und manifest durch Glukose Toleranz Test 120 Minuten)
- Standardisierung des Abnahmeverfahrens
- Standardisierung der Meßergebnisse (Photometrie, Qualitätskontrolle)
- Standardisierung im Anlegen der verschiedenen elektromagnetischen Felder.

kann man zur standardisierten Beurteilung kommen.
(siehe 4.3.)

6.7. Vergleich der Ergebnisse mit Aschoff-Wever

Aschoff und Wever kamen bei ihren Untersuchungen mit elektromagnetischen Feldern auf der Erde unter anderem zu dem Ergebnis, daß der Mensch während eines 24 Stunden Tages einer charakteristischen Schwankung seiner Aktivitätsleistungen unterliegt. Die Maxima der Aktivität liegen bei der Abhängigkeit des eingestellten Tagesrhythmus (wann der Proband aufsteht, wann er seine Mahlzeiten einnimmt, wann er ruht) inbezug auf unsere Untersuchungen zwischen 8 - 10 Uhr und 19 - 21 Uhr; charakteristische Minima zwischen 15 - 16 Uhr und 2 - 3 Uhr.

Bei unseren Untersuchungen kommen wir an Hand der Kurven zu einem Ergebnis, daß sich in gewissen Punkten zu den von Aschoff gefundenen Rhythmen vergleichen läßt.

Auch wir finden beim Blutzucker ein Maximum bei 9 Uhr und eines nach 20 Uhr; einen charakteristischen Knick in der Blutzuckerkurve finden wir bei 2 Uhr und zur gleichen Zeit ein Minimum bei den Aktivitätsprozenten.

Beim Blutzuckeranstieg ist aber auch eine Abhängigkeit der Essenaufnahme zu berücksichtigen, die sich entscheidend mit der Aktivitätskurve überlagern kann.

7. Zusammenfassung

An 15 Probanden wurde nach Glukose ToleranzTest - um einen latenten beziehungsweise manifesten Diabetes auszuschließen - im stündlichen Rhythmus Blut aus der Fingerbeere abgenommen und die Blutzuckerwerte gemessen, um die circadiane Rhythmik des Blutzuckers festzustellen. Die Methodik wurde so gewählt, daß sie zur Standardisierung geeignet ist und zu quantitativen Vergleichen führt. Dann wurden nacheinander folgende Versuche durchgeführt:

1. Blindversuch im 10 Hz Feld
2. Aufenthalt im elektrischen Wechselfeld
10 Hz 5 V/m
3. Aufenthalt im elektrischen Wechselfeld
10 Hz 10 V/m.

In diesen Versuchen wurden folgende Leistungen beobachtet:

ad 1 Blindversuch im 10 Hz Feld

Der Mensch hat eine charakteristische Blutzuckerperiodik mit Maxima zwischen 24 - 2 Uhr, 9 - 10 Uhr und 15 - 16 Uhr; sowie charakteristische Minimawerte bei 7 - 8 Uhr, 12 - 13 Uhr und 19 - 20 Uhr.

ad 2 Aufenthalt im elektrischen Wechselfeld 10 Hz 5 V/m

Die Maxima und Minima rücken im elektrischen 10 Hz Wechselfeld mit 5 V/m enger zusammen.

Insbesondere ist der Anstieg zu den Maximawerten schneller, der Abfall in niedrigere Blutzuckerwerte geht ebenfalls schneller vor sich und somit sind die Minima stärker ausgeprägt als im unbeeinflussten Erdfeld.

Es findet also eine Desynchronisation im "positiven" Sinne statt. Maxima höher - Minima niedriger - Anstieg und Abfall der Blutzuckerkurve steiler.

ad 3 Aufenthalt im elektrischen Wechselfeld 10 Hz 10 V/m

Beim 10 Hz Wechselfeld mit 10 V/m erreicht man beinahe den entgegengesetzten Erfolg. Hier rücken die Höhen und Tiefen des Blutzuckerspiegels weiter auseinander, der Abfall vom Maximum zum Minimum geht langsamer vor sich, doch sind dafür Extremwerte nicht so stark ausgeprägt wie beim 10 Hz 5 V/m Spannungsfeld. Es erfolgt eine Desynchronisation im "negativen" Sinne.

Im Vergleich der von mir gefundenen Blutzuckerkurve mit der von Graf entdeckten Leistungskurve swa Menschen findet sich folgendes Ergebnis. Dort, wo wir bei der Leistungskurve ein Minimum finden, zeigt sich in der Blutzuckerkurve ein Maximum und umgekehrt.

Dieses Ergebnis ist leicht zu deuten, denn bei geringerer Leistung finden wir ein hohes Blutzuckeraufkommen wegen der geringen Beanspruchung.

Umgekehrt finden wir ein Minimum im Blutzuckerprofil bei hoher Leistung wegen des hohen Energieverbrauchs.

Auf die eingangs gestellte Frage: "Besteht eine Abhängigkeit von frühzeitigem Diabetes bei fliegendem Personal in Bezug auf häufige Desynchronisation" kann man zumindest insofern mit "JA" antworten, als bestimmt eine vermehrte Belastung des endokrinen Systems bei transmeridianen Flügen gegeben ist.

Unsere Untersuchungen sollten nur einen Weg beschreiben, um dem Personal an Bord und den Passagieren eine Hilfestellung zu geben, damit ihre Leistungsfähigkeit nach lang transmeridianen Flügen steigt und sie sich schneller an den bestehenden Ortsrhythmus angleichen können.

Und daß man mit Hilfe von elektromagnetischen Feldern einen Einfluß auf den Blutzuckerspiegel und somit auf die Leistungsfähigkeit des Menschen nehmen kann, haben ja diese Versuche bewiesen.

8. Schrifttum

1. Aschoff, J. Circadian Rhythms in man science VI (1965) S. 1427 - 1432
2. Aschoff, J. Spontanperiodik des Menschen bei Ausschluß aller Zeitgeber Nautwissenschaften 49 (1962) S. 337 - 342
Wever, R .
3. Aschoff, J. Exogene und endogene Komponente der 24 Stunden Periodik bei Tier und Mensch Naturwissenschaften 42 (1955) S. 529
4. Aschoff, J. Physiologie biologischer Rhythmen. Ärztl. Praxis 18 (1966) S. 1569
5. Aschoff, J. Human Circadian Rhythms in Activity, Body Temperature and others Funktions. In Proc. VII Int. Space Science Symp. Amsterdam: North Holland Publ.Comp. 1967
6. Aschoff, J. Desynchronisation and Resynchronisation of Human Circadian Rhythms. Aerospace Med. 40 (1969) S. 844
7. Beck, R.H. Jet Crew Fatigue. Chicago: Air Line Pilots Asso. 1964
8. Bünning, E. Das Weiterlaufen der "Physiologischen Uhr" im Säugtierdarm ohne zentrale Steuerung. Naturwissenschaften 45 (1958) S. 63
9. Chapek, V.A. Circadian Rhythm of Physiological Functions in Flight Personnel. Space Biol.Med.3 (1969) S. 30 - 34
10. Clondsley-Thompson Lebensrhythmen im Dienste der Anpassung an die Umwelt. Rhythmen in der Medizin. Documenta Geigy Basel (1965)

11. Günther, E. Die Veränderung tagesperiodischer Schwankungen von Atmung und Sauerstoffaufnahme nach transmeridianen Flügen. Inaugural.Dissert. d. Med. Fak. Bonn (1972)
12. Halberg, F. Circadian (About 24-h) Rhythm in Experim. Medicine Proc. Royal Soc. of Med. 56 1963
13. Haus, E. Shifts and Drifts in Phase of Human Circadian System Following Intercontin. Flights and in Isolation. Hillman, D.W. Fed. Proc. 27:224T (1963)
14. Klein, K.E. Desynchronisation of Body Wegmann, H.M. Temperature and Performance Circadian Rhythm as a Result of Outgoing and Homecoming Transmeridian Flights. Aerospace Med. 41 (1970) S. 125
15. Klein, K.E. Circadian Rhythm of Pilots Brüner, H. Efficiency and Effects of Holtmann, H.T. Multiple Time Zone Travel Rehme, H. Aerospace Med. 43 (1972) S. 119 - 132
16. Klein, K.E. Psychological and Physiological Chances caused by Desynchronisation following Transzonal Travel. Aerospace Aspects of Human Efficiency Jovy, D. English University 1972 S. 295 - 305
17. Klein, K.E. The Resynchronisation of Wegmann, H.M. Human Circadian Rhythms after Transmeridian Flights as a Result of Flight Direc. and Mode of Activity. Proc. Intern. Soc. for the Study of Biological Rhythms, Little Rock, Ark, USA 8-10. Nov. 71

18. Menzel, W. Menschliche Tag-Nacht
Rhythmik und Schichtarbeit
Benno Schwabe Verlag Basel
(1962)
19. Mertens, J. Die Veränderungen tages-
periodischer Schwankungen
der Körpertemperatur nach
transmeridianen Flügen.
D.L.R. F.B. in Vorbereitung
20. Nohara, F.S. Die Ursache der Rhythmik
vom Gesichtspunkt des
Menschen. Dtsch. med.
Wochenschrift 64 (1938)
S. 1196
21. Pirtkien, R. Über die 24-Stunden Rhythmik
des Menschen und das vege-
tative Nervensystem. Intern.
Zeitschr. f. angewandte
Physiologie und Arbeits-
physiologie Bd. 16 (1956)
22. Rehme, H. Der Einfluß der Zeitver-
schiebung nach Flugreisen
auf die tageszeitliche
Schwankung der Leistung im
Flugsimulator. D.L.R. F.B.
in Vorbereitung
23. Ruff, S. Über die Folgen der Zeitver-
schiebung auf den mensch-
lichen Organismus bei heutigen
Flugzeugen und Überschall-
flugzeugen. Flugwelt Intern.
18 Heft 10
24. Siegel, P.V.
Gerathewohl, S.J. Disruption of Circadian
Rhythm Poses a Stress on the
Longdistance Air Traveler
Science 164 (1969) S. 1249 -
1255
25. Steinhoff, W. Tagesrhythmische Schwan-
kungen von Kreislauf, Atmung
und Gasstoffwechsel unter
fliegerischer Belastung.
D.L.R. F.B. 72-49 (1972)

26. Strughold, H. Physiological Day-Night
Cycle in Global Flights
I. Aviat. Med. 23 (1952)
S. 464
27. Voigt, E.D. Über den Tagesgang der
körperlichen Leistungs-
fähigkeit Inter. Zeit.
angew. Physiologie/
Arbeitsphysiologie 25
(1968) S. 1
28. Wever, R. Ein mathematisches Modell
für die circadiane Peri-
odik . Zeitschrift ange-
wandte Mathematik und
Mechanik 46 (1966) S. 148
29. Lafontaine, E. Physiological Effects of
Med.Dir. Air France TIME-ZONE changes on civil
aviation Flight Personnel

Gliederung:

Seite

1. Einleitung	1
2. Literaturbesprechung	2
2.1. Der endogene Ursprung der circadianen Periodik mit Desynchronisation	4
2.2. Versuche von Bodanowitz	5
2.3. Resynchronisationsstörungen	5
2.4. Grundlagenversuche von Wever mit elektromagnetischen Feldern	7
2.5. Versuche von König, Ankermüller und Schumann	10
2.6. Die Leistungsfähigkeit des Menschen nach Graf	11
3. Versuche aus der Flugmedizinischen Abteilung der Universität Erlangen-Nürnberg	13
3.1. Versuche von Ilse	13
4. Eigene Versuche	15
4.1. Zielsetzung	15
4.2. Versuchsaufbau	16
4.3. Grundlagenversuch	17

	Seite
4.4. Versuchsmethodik	18
4.4.1. Standardisierung der Methode	18
4.4.2. Standardisierung der Beurteilung	23
4.4.3. Vergleich der Ergebnisse mit Aschoff/Graf-Kurven	35
5. Vergleich mit anderen Arbeiten	36
6. Ergebnisse	40
6.1. Blutzuckertagesrhythmik	40
6.2. Die autonome Tagesrhythmik	41
6.3. Einfluß des Spannungsfeldes von 10 Hz bei 5 V/m	41
6.4. Einfluß des Spannungsfeldes von 10 Hz bei 10 V/m	42
6.5. Aussichten	43
6.6. Standardisierung der Beurteilung	44
6.7. Vergleich der Ergebnisse mit Aschoff/Wever	45
7. Zusammenfassung	46
8. Schrifttum	49

Copy-Center 2000

852 ERLANGEN · Obere Karlstr. 30
Tel. 09131-26197